



Экологические проблемы и состояние водной среды

УДК 551.46.062.5.(262.54)

МЕЖГОДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ АЗОВСКОГО МОРЯ И ЕГО РАЙОНОВ В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 1992–2016 ГГ.

© 2018 А. Т. Кочергин

*Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,
Керченский филиал, Керчь 298300, Россия
E-mail: kochkerch@mail.ru*

Аннотация. Исследован и проанализирован диапазон межгодовой изменчивости температуры поверхности воды (ТПВ) в Азовском море (за исключением Таганрогского залива), а также различия межгодового хода, тренды и цикличности, которые она проявляла. Данные, на которых основывались исследования, были получены в ходе экспедиций, проведенных ФГБНУ «АзНИИРХ» в летний период (июль–август) 1992–2016 гг. Определены два разнородных периода, до 2005 г. и после, с отличающимися характеристиками изменчивости температуры поверхности воды. ТПВ в первый период характеризовалась относительно большим диапазоном изменчивости, низкими значениями ТПВ во всех районах в начале периода исследований и резким их ростом в 1990-е гг., преобладающей синхронностью изменчивости и цикличностью в широких пределах (2–7 лет). ТПВ второго периода отличалась относительно небольшим диапазоном изменчивости, тем, что не опускалась ниже +24 °С, асинхронностью межгодовой изменчивости, особенно до 2013 г., и цикличностью в относительно узком диапазоне (2–5 лет). Описаны некоторые причины такого различия.

Ключевые слова: Азовское море, температура поверхности воды, диапазон, тренд, цикличность

INTER-ANNUAL VARIABILITY OF THE WATER TEMPERATURE IN THE AZOV SEA AND ITS REGIONS IN THE SUMMER SEASON OF 1992–2016

A. T. Kochergin

*Azov Sea Research Fisheries Institute, Kerch Branch, Kerch 298300, Russia
E-mail: kochkerch@mail.ru*

Abstract. The range of inter-annual variability of the sea surface temperature (SST) in the Azov Sea (excluding the Taganrog Bay), as well as changes in its inter-annual course and the trends and repeating patterns it displayed, were studied and analyzed. The data for the research studies were provided by the expeditions carried out by AzNIIRKH

(Rostov-on-Don) in the summer season (July–August) of 1992–2016. Two dissimilar periods, before 2005 and after, with differing measures of variability in the sea surface temperature, were established. The SST in the first period was characterized by relatively wide range of variability, by low values of the SST in all regions at the beginning of the research and its subsequent increase in the 1990-s, by prevailing synchronicity of the variability, and by vastly differing repeating patterns (2–7 years). The SST in the second period was characterized by relatively small range of variability, remaining at the level +24 °C or higher, by asynchronicity of the inter-annual variability, especially before 2013, and by a narrow range of repeating patterns (2–5 years). Some of the reasons for such differentiation are described.

Keywords: Azov Sea, sea surface temperature, trend, long-term records

ВВЕДЕНИЕ

Температурные условия вод Азовского моря играют важную роль в состоянии экосистемы моря и его биопродуктивности. От термических условий зависит начало и скорость прохождения всех жизненно важных процессов у гидробионтов. Высокие температуры поверхностного слоя воды в летний сезон в сочетании с уменьшением скорости ветра способствуют возникновению дефицита кислорода в придонных слоях и развитию заморных явлений в различных районах моря.

Режим температуры воды в Азовском море в основном формируется под воздействием теплообменных процессов, протекающих в приповерхностном слое атмосферы, и непосредственным влиянием проникающей в водную толщу солнечной радиации. Вблизи устьев рек, лиманных гирл, кос и Керченского пролива наблюдается локальное влияние адвективных факторов (тепловое влияние речного стока, компенсационное воздействие течений, влияние процессов водообмена и др.). Вследствие небольшого объема вод Азовского моря и относительно незначительной аккумуляции тепла по сравнению с глубоководными морями, температура воды быстро реагирует на тепловые пространственно-временные изменения в атмосфере.

Временная динамика температуры воды наибольшая (стандартные отклонения более 2 °C) в апреле–мае и сентябре–декабре, когда идет активная перестройка системы к летней и зимней гомотермии, соответственно. Максимум и минимум температуры воды отмечены в поверхностном слое в июле и феврале, соответственно [1].

В период наибольшего прогревания вод (июль–август) поле температуры отличается малой контрастностью. Среднемесячные значения температуры воды в поверхностном слое как в прибрежных районах, так и в открытом море изменяются в пределах 24–25 °C. Самые высокие значения температу-

ры воды отмечаются в июле и в разных районах моря иногда достигают 29,3–32,8 °C [1]. В летний период при резком прогреве воды и усилении стратификации неоднократно наблюдались явления гипоксии в придонном слое и массовая гибель гидробионтов.

Выполненные ранее обобщающие исследования температурного режима вод моря [1] и его влияния на формирование биопродуктивности [2] основаны на материалах наблюдений преимущественно до 1970-х гг. За последующие годы существенно увеличился массив океанографической информации, а также произошли важные климатические изменения, вызвавшие существенную перестройку термоструктуры вод моря. В частности, в межгодовом плане отмечен нарастающий положительный тренд изменчивости температуры поверхностных вод моря [3]. Так, если за 1945–2007 гг. на всех береговых пунктах Азовского моря положительные тренды составили 0,013–0,017 °C/год, то за 1977–2007 гг. — 0,034–0,056 °C/год. Максимальные тренды за период 1945–2007 гг. на большинстве пунктов побережья были характерны для марта, июля и августа.

Все вышеперечисленное определяет актуальность задачи исследования изменчивости температуры вод Азовского моря и его районов в зависимости от климатических условий и уровня антропогенной нагрузки в современный период.

Целью данной работы является оценка межгодовой изменчивости температуры поверхности воды как для собственно Азовского моря (за исключением Таганрогского залива), так и для его районов за последние 25 лет (1992–2016 гг.), что весьма актуально в свете нарастающей тенденции потепления, особенно с конца 1980-х гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалами для исследования межгодовой изменчивости температуры поверхности воды

(ТПВ) в собственно Азовском море и его районах, за исключением Таганрогского залива, послужили данные экспедиций, проведенных АЗНИИРХ в летний период (июль–август) 1992–2016 гг. Осреднение и анализ ТПВ проводились для собственно моря в целом, а также по районам, определенным в [4] и представленным на рис. 1.

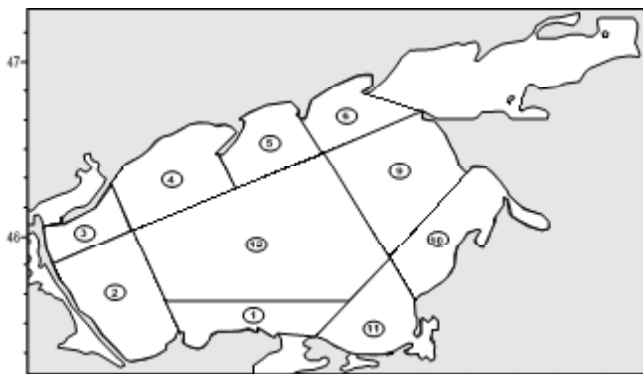


Рис. 1. Районы собственно Азовского моря
Fig. 1. Regions of the Azov Sea

Методика исследования основана на построении и анализе графиков межгодового хода и тренда летних значений ТПВ собственно моря в целом и десяти его районов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В летний период 1992–2016 гг. ТПВ в собственно Азовском море и его районах изменялась в широких пределах — 20,8–28,5 °С. Наиболее низкие значения (менее 21 °С) отмечались в шестом и девятом районах в начале периода наблюдений, высокие (более 28 °С) — во втором, третьем западных и одиннадцатом юго-восточном районах, соответственно, в 2010, 1999 и 1996 гг. (таблица, рис. 2). Относительно низкие (менее 23 °С) ТПВ были характерны в начале периода для всех районов и собственно моря, к 1996 г. произошел их резкий рост до 26,9–28,1 °С, после 2004 г. значений ниже 24 °С не наблюдалось.

Характеристики температуры поверхности воды собственно Азовского моря и его районов в летний период 1992–2016 гг.

Parameters of the sea surface temperature in the Azov Sea and its regions in the summer season of 1992–2016

Период Period	Район Region	1	2	3	4	5	6	9	10	11	12	Азовское море Azov Sea
1992–2016	мин min	22,2	22,4	21,7	21,8	21,7	20,8	20,2	22,5	22,2	22,3	22
	макс max	27,9	28,2	28,5	27,5	27,4	26,9	27,4	27,7	28,1	28	27,2
	ср average	25,3	25,3	25,5	25	25	25	25,1	25,3	25,4	25,3	25,2
	диапазон range	5,7	5,8	6,8	5,7	5,7	6,1	7,2	5,2	5,9	5,7	5,2
1992–2004	мин min	22,2	22,4	21,7	21,8	21,7	20,8	20,2	22,5	22,2	22,3	21,8
	макс max	27,3	27,5	28,5	26,9	27,4	26,9	27,4	27,7	28,1	27,5	27,5
	ср average	24,3	24,3	24,5	24,0	24,2	24,0	24,3	24,6	24,7	24,4	24,3
	диапазон range	5,1	5,1	6,8	5,1	5,7	6,1	7,2	5,2	5,9	5,2	5,7
2005–2016	мин min	25,4	25,4	25,6	25,4	25,2	25,0	24,2	25,0	24,2	25,3	25,1
	макс max	27,9	28,2	27,8	27,5	26,8	26,8	27,0	27,3	27,9	28,0	27,5
	ср average	26,3	26,4	26,5	26,1	25,9	26,0	25,8	26,3	26,3	26,3	26,2
	диапазон range	2,5	2,8	2,2	2,1	1,6	1,8	2,8	2,3	3,7	2,7	2,5

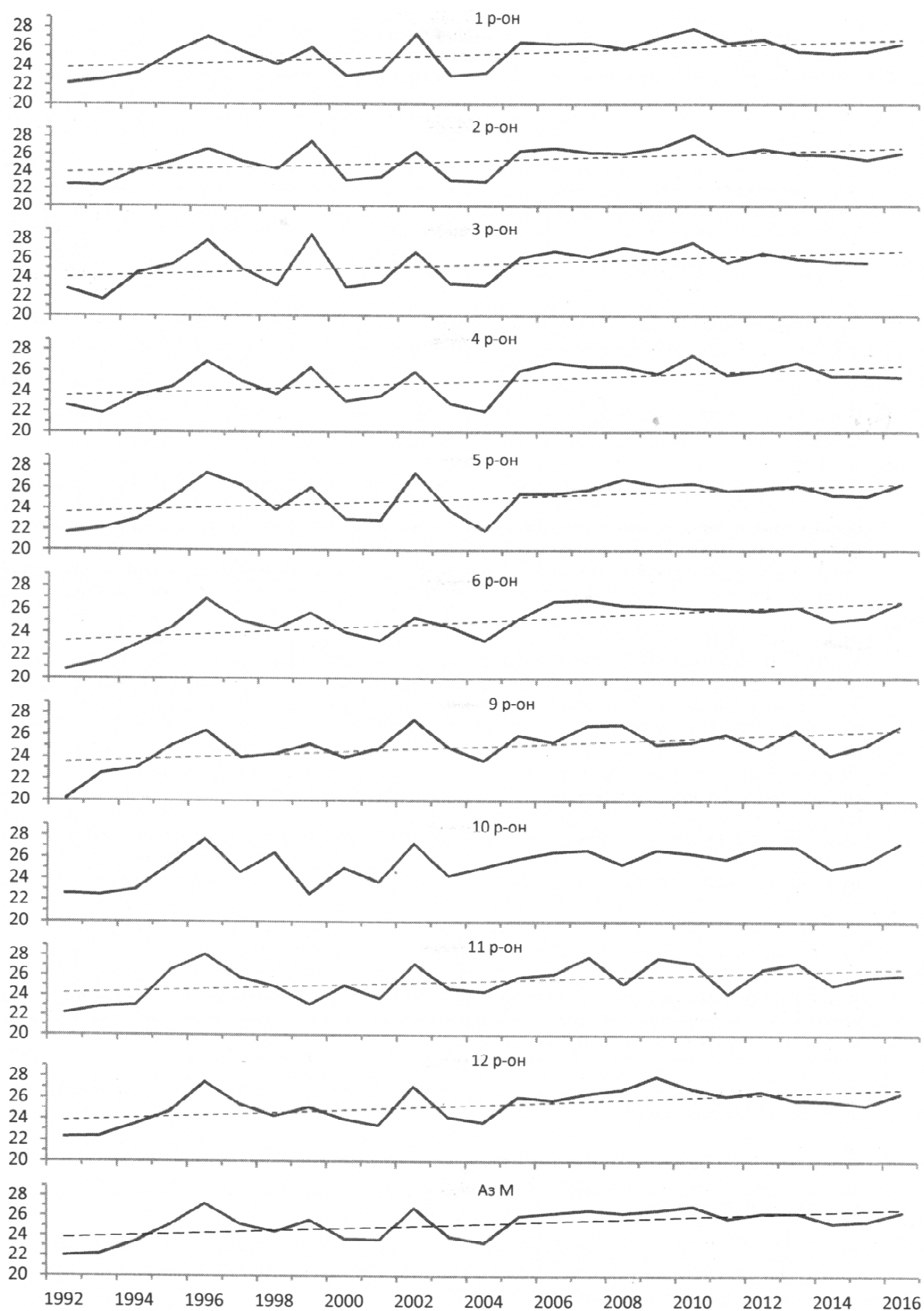


Рис. 2. Температура поверхности воды собственно Азовского моря (АзМ) и его районов в летний период 1992–2016 гг. (сплошная линия — температура, пунктирная — ее тренд)

Fig. 2. Sea surface temperature of the Azov Sea (AS) and its regions in the summer season of 1992–2016 (full line — temperature, dashed line — its trend)

Анализ межгодового хода ТПВ в летний период 1992–2016 гг. позволил дифференцировать его на два периода: 1992–2004 и 2005–2016 гг.

ТПВ в первый период характеризовалась:

- относительно большим диапазоном изменчивости — 5,1–7,2 °С, максимальным в девятом районе, минимальным в первом, втором и четвертом районах (см. таблица);
- низкими значениями (20,2–22,5 °С) во всех районах в начале периода наблюдений и резким их ростом (до 26,4–28,1 °С) в середине 1990-х гг.;
- в основном синхронностью изменчивости в районах и собственно море в целом, асинхронностью — в десятом районе во второй половине 1990-х гг.;
- цикличностью в широких пределах — 2–7 лет, максимальной в начале периода, преобладающей — 3 года;

ТПВ второго периода отличалась:

- относительно небольшим диапазоном изменчивости — 1,6–3,7 °С;
- тем, что не опускалась ниже 24 °С во всех районах и собственно море в целом;
- асинхронностью межгодовой изменчивости в районах, особенно до 2013 г.;
- цикличностью в относительно узком диапазоне — 2–5 лет, преобладающей — 3 года.

Вероятно, различия в межгодовой изменчивости ТПВ до 2005 г. и после связаны:

- с уменьшением стока в море речных пресных и относительно холодных вод (в среднем с 39,6 км³ в 2002–2006 гг. до 28 км³ после [5]);
- с ростом среднелетних температур воздуха и количества жарких дней со значениями выше 25 °С в прибрежной зоне моря после 2005 г. [2].

Межгодовой ход ТПВ как Азовского моря в целом, так и его районов характеризовался положительным трендом, наиболее выраженным в начале периода наблюдений. Это вполне согласуется с выявленными значимыми тенденциями потепления поверхностных вод в период 1977–2007 гг. как в среднегодовых, так и летних (августовских) значениях на побережье Азовского моря [2].

ВЫВОДЫ

В летний период 1992–2016 гг. ТПВ в собственно Азовском море и его районах изменялась в широких пределах — 20,8–28,5 °С.

Межгодовой ход ТПВ подразделяется на два периода: 1992–2004 и 2005–2016 гг.

ТПВ первого периода характеризовалась: относительно большим диапазоном изменчивости, низкими значениями в начале периода наблюдений и резким их ростом в середине 1990-х гг., в основном, синхронностью изменчивости в районах и море в целом, цикличностью в широких пределах — 2–7 лет, преобладающей — 3 года.

ТПВ второго периода отличалась: относительно небольшим диапазоном изменчивости, тем, что не опускалась ниже 24 °С во всех районах и море в целом, асинхронностью межгодовой изменчивости в районах, цикличностью в относительно узком диапазоне — 2–5 лет, преобладающей — 3 года.

Вероятно, различия в межгодовой изменчивости ТПВ в эти два периода были обусловлены уменьшением речного стока после 2006 г. и ростом среднелетних температур воздуха и количества жарких дней после 2005 г.

Межгодовой ход ТПВ как Азовского моря в целом, так и его районов характеризовался положительным трендом, наиболее выраженным в начале периода наблюдений.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Автор выражает благодарность заведующей и сотрудникам лаборатории гидрологии ФГБНУ «АзНИИРХ» за предоставленные экспедиционные данные по температуре воды Азовского моря.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова З.В., Баскакова Т.Е. Гипоксия и ее некоторые последствия в Азовском море // Вопросы рыболовства. 2013. Т. 14, № 4 (56). С. 599–616.
2. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР / Азовское море. Л.: Гидрометиздат, 1991. Т. 5. 402 с.
3. Дашкевич Л.В. Анализ многолетней изменчивости температурного режима вод открытой части Азовского моря с использованием геоинформационных технологий и математического моделирования : дис. канд. геогр. наук. Ростов-н/Д.: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. 212 с.
4. Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М., Бердников С.В., Дженюк С.Л. Закономерности экосистемных процессов Азовского моря. М.: Наука, 2006. 304 с.
5. Книпович Н.М. Гидрология морей и солоноватых вод (в применении к промысловому делу). М.: Пищепромиздат, 1938. С. 513.

REFERENCES

1. Aleksandrova Z.V., Baskakova T.E. Gipoksiya i ee nekotorye posledstviya v Azovskom more. [Hypoxia and

- some of its consequences in the Sea of Azov]. *Voprosy rybolovstva [Problems of Fisheries]*, 2013, vol. 14, no. 4 (56), pp. 599–616. (In Russian).
2. *Gidrometeorologia i gidrokimiya morey SSSR. Azovskoye more [Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas in the USSR. The Sea of Azov]*. Saint-Petersburg: Gidrometizdat [Hydrometeorological Publishing House], 1991, vol. 5, 402 p. (In Russian).
 3. Dashkevich L.V. *Analiz mnogoletney izmenchivosti temperaturnogo rezhima vod otkrytoy chasti Azovskogo morya s ispol'zovaniem geoinformatsionnykh tekhnologiy i matematicheskogo modelirovaniya: dis. kand. geogr. nauk [Analysis of the multi-annual variability of the temperature profile in the open area of the Sea of Azov, with application of geoinformational technologies and mathematical modeling: Candidate's (Geography) Thesis]*. Rostov-on-Don: SSC RAN Publ., 2008, 212 p. (In Russian).
 4. Matishov G.G., Gargopa Yu.M., Berdnikov S.V., Dzhenyuk S.L. *Zakonomernosti ekosistemnykh protsessov Azovskogo morya [Regularities in ecosystem processes in the Sea of Azov]*. Moscow: Nauka [Science], 2006, 306 p. (In Russian).
 5. Knipovich N.M. *Gidrologiya morey i solonovatykh vod (v primeneni k promyslovomu delu). [Hydrology of the seas and brackish waters (as applied to fisheries)]*. Moscow: Pishchepromizdat [Food Industry Publishing], 1938, 513 p. (In Russian).

Поступила 27.02.2018

Принята к печати 26.06.2018